1

SULL' AZIONE CHIMICA

DEL CALORICO

SPERIENZE

DEL PROF.

G. A. MAJOCCHI

(Estr. dal fasc. di Sett. 1841 degli *Annali di Fisica, Chim. e Matematiche*)

Sin dal trascorso secolo qualche fisico, all' appoggio di alcune analogie, lasciò intravedere che i fenomeni dell'elettricità e del magnetismo, della luce e del calore potessero dipendere da una comune causa, da un medesimo principio cioè, o fluido sottilissimo, cui si era preparato il nome di etere universale. Nelle scienze di fatto però una congettura non può essere posta fra le verità dimostrate, se prima non venga dai fatti stessi confermata. E mentre l'edificio delle scienze geometriche ha per base alcuni assiomi e postulati, quello delle fisiche fondasi interamente sulle osservazioni e sulle sperienze. È appunto in tal maniera che l'elettricità ed il magnetismo vennero condotti in questi ultimi anni a dipendere dal medesimo principio; ed ormai da tutti è ammesso, come verità di fatto, che lo stesso fluido atto a produrre i fenomeni elettrici sia la causa per cui nascono quelli del magnetismo.

La luce ed il calorico invece rimangono ancora divisi per riguardo alla loro origine, e non si hanno ancora fatti bastanti, ond'essere autorizzati a considerarli come dipendenti dalla stessa cagione. Presentano bensì essi alcune analogie per crederli scaturire da una comune sorgente; ma manifestano d'altra parte delle differenze che contraddicono le prime deduzioni. Noi troviamo infatti spesso associati i due principj, e le sperienze più ovvie ci manifestano che il calorico irradiante, ben anche oscuro, si riflette colle stesse leggi della luce, facendo l'angolo d'incidenza eguale a quello di riflessione; che i corpi scabri e non levigati danno una riflessione re-

golare o speculare nulla o quasi nulla del calorico irradiante, come avviene della luce; e che inoltre il calorico al pari della luce si polarizza, come l'ha dimostrato Berard (Biot, *Traité de physique*, t. IV, pag. 611). A malgrado di queste e di altre analogie che ci presentano la luce ed il calorico, risulta da alcune sperienze di Laroche e dalle moltiplici principalmente del nostro Melloni, che quando i due principj devono attraversare dei mezzi provano delle modificazioni e delle perdite molto diverse e non seguono le stesse leggi di trasmissibilità. Osservasi, p. e., che se si fa riflettere la luce solare nel fuoco di uno specchio concavo di metallo, e che poscia si collochi davanti questo specchio una lastra di vetro, si ha al fuoco del medesimo una debole diminuzione di temperatura, di $^1/_8$ o di $^1/_7$ al più; ma se s'istituisce la stessa sperienza al fuoco dei raggi calorifici emanati dai carboni ardenti in un braciere o in un fornello, si trova che la riflessione sullo specchio senza l'interposizione della lastra produce un calore assai intenso, e non lo produce che debolissimo coll'interposizione della medesima, quand'anche si accosti di molto lo specchio alla sorgente calorifera e si ottenga così al fuoco di questo un'imagine luminosa più viva.

Le sperienze quindi che tendono a togliere le differenze che appariscono fra la luce ed il calorico, o che presentono nuovi vincoli fra questi due principj, potranno servire a rischiarare in qualche parte una tale relazione. È appunto intorno questo secondo argomento cui sono dirette le mie sperienze, colle quali mi farò a dimostrare come il calorico esercita un'azione chimica su certe sostanze ponderabili in un modo analogo a quello dei raggi luminosi. Avanti però di far conoscere a questa dotta adunanza i fatti che si riferiscono ad un tal genere di fenomeni, mi sia permesso di dire in breve di quelli intorno all'influenza chimica della luce.

Schèele è stato il primo nel trascorso secolo a

notare che il cloruro d'argento era annerito dal raggio violaceo molto più che dagli altri raggi colorati dello spettro. Herschel padre e Ritter trovarono poscia successivamente che quel cloruro diventava in poco tempo nero al di là dell'estremità violacea dello spettro, si anneriva meno sotto l'azione dei raggi violacei, meno ancora sotto quelli dell'azzurro e così diminuendo sino al rosso. Quando si prendeva del cloruro d'argento un poco annerito, il colore gli era quasi restituito, posto che fosse sotto i raggi rossi, ed ancor più facilmente sotto i raggi invisibili al di là di quest'estremità dello spettro. Ritter e Vogel rinvennero un'azione chimica analoga sul fosforo; e Gay-Lussac e Thénard sul miscuglio dei gas cloro ed idrogeno a volumi eguali. Parecchi altri fisici confermarono quelle sperienze, fra i quali, per qualche particolarità di poco conto pel nostro scopo, devonsi citare Beeckman, Berard, Seebeck ed Herschel figlio (1). Melloni inoltre nel trascorso anno trovò qualche lieve differenza nel raggio che dà il massimo d'azione chimica, probabilmente per la qualità delle sostanze adoprate (2). Si noti anche che Biot ed in seguito Malaguti osservarono che certe sostanze trasparenti hanno la proprietà di ritardare l'azione della luce sulla carta chimica (3). Wollaston non solo ha ripetuto col cloruro quelle sperienze; ma le estese ad alcuni effetti chimici della luce sulla gomma di guajaco. Avendo egli sciolto di questa sostanza nell'alcoole, ne ha imbevuto una carta bianca, che sottopose ai differenti raggi dello spettro senza scorgervi verun cangiamento di colore. Egli prese quindi una lente di 7 pollici inglesi (millim. 178) di diametro, mediante la quale, convenientemente disposta, concentrò i raggi di ciascun colore nel suo fuoco, dove collocò la carta inzup-

(1) Vedi gli *Annali di Fisica, Chimica*, ec., t. I. pag. 233.
(2) *Annali*, t. I, pag. 13.
(3) *Annali*, t. I. pag. 23.

pata della nominata soluzione di guajaco. Il fisico inglese ha trovato che nel violaceo e nell' azzurro essa prendeva un colore verde, nel giallo non succedeva verun cangiamento, nel rosso dei pezzi di carta di guajaco già fatti verdi perdevano questo colore e ripreudevano quello di prima loro naturale. La stessa carta di gomma di guajaco, immersa nell' acido carbonico, non diventava verde a qualunque distanza dalla lente; ma i raggi rossi la facevano passare tosto dal verde al giallo. Wollaston trovò altresì che il dorso d' un cucchiajo d' argento riscaldato faceva scomparire il colore verde così bene come i raggi rossi.

Da tutte queste sperienze i fisici furono indotti a ritenere la luce solare un miscuglio di tre sorta di raggi: cioè *illuminanti*, *calorifici* e *chimici*, secondo gli effetti particolari ch' essi producono.

Preparando una carta alla maniera di Talbot coperta di bromuro d' argento, si trova ch'essa è più sensibile di quella di cloruro d' argento e si colora più facilmente sotto l'azione della luce bianca solare e dei raggi azzurro, indaco e violaceo e al di là di questa estremità dello spettro; mentre per l' influenza degli altri raggi, e principalmente del rosso e al di fuori di esso, non prova essa verun cangiamento di colorazione. Edmondo Becquerel nell' anno trascorso, rinvenne di più che esposta la carta *bromurata* per un tempo brevissimo alla luce ben anche diffusa del cielo, in modo che non prenda alcuna traccia di colorazione, se venga sottoposta all' azione dei raggi meno rifrangibili e al di là dell' estremità rossa dello spettro, dove non risentiva veruna influenza, allora questi raggi operano sulla carta stessa, nelle parti esposte all' impressione fotogenica per quel brevissimo tempo, un' azione per cui la carta viene colorata come coi raggi più rifrangibili e colla luce bianca, quantunque in minor grado. Per lo che l' autore credette d'ammettere nella luce solare dei raggi *eccitatori*, quali sono l' azzurro,

l'indaco e il violaceo e quelli invisibili al di là di questa parte dello spettro, e dei raggi *continuatori*, quali sono il rosso e gli altri men rifrangibili (1).

Le sperienze che io ho istituite e che vado a descrivere sono appunto dirette a dimostrare che il calorico opera in un modo analogo ai raggi luminosi meno rifrangibili, e che i raggi calorifici sarebbero *continuatori* e non *eccitatori*. Esse furono ripetute più volte nel trascorso mese, in un tempo cioè in cui la temperatura dell' atmosfera è abbastanza elevata da non impedire forse l' azione chimica che si ricercava. La carta sensibile veniva preparata nel modo seguente (2): s' inzuppava un foglio di carta bianca senza colla in una soluzione di bromuro di potassio, e si lasciava asciugare in un luogo che non vi penetrasse la benchè minima luce anche diffusa; poscia il foglio così asciutto si bagnava in una soluzione di nitrato d'argento e si faceva essicare nell' egual modo. Si sa, secondo Talbot, che si forma in tale maniera uno strato egualmente distribuito di bromuro d' argento, il quale è più sensibile alla luce del cloruro d'argento e della lastra jodurata che si adopera nell'apparato di Daguerre. Nelle preparazioni della carta come in tutte le sperienze serviva a dar luce e ad osservare le diverse fasi del fenomeno il debole chiarore diffuso di un cerino acceso tenuto di dietro al dorso dell'osservatore. Premesse queste dilucidazioni ecco in qual modo operava, e quali furono i risultamenti che ne ottenni.

Esposi per un brevissimo istante alla luce diretta del sole un pezzo di carta *bromurata*, sulla quale vi era posto un grosso cartone nero intagliato a trafori; talchè la carta rimaneva a nudo in alcuni luo-

(1) Vedi *Annali*, t. II, pag. 136.

(2) In questa preparazione, che si faceva di notte, sono stato sussidiato dal sig. Giambattista Cabiati farmacista di Milano. Il bromuro di potassio mi è stato fornito dalla rinomata officina del sig. Cavezzali di Lodi.

ghi ed in altri coperta e difesa dalla luce che veniva diretta verso di essa. Pel trasporto di questa carta così disposta mi serviva della tavoletta o del telajo, che si adopra per l'apparato di Daguerre, con cui si può facilmente presentare la carta stessa per un istante alla luce e tosto metterla al coperto di essa. Nei luoghi corrispondenti a quelle aperture si riscontrarono dei segni dichiarati di una tinta bruna. Levai il cartone e sottoposi il pezzetto di carta per l'intera sua superficie all'irradiazione del calorico emanato da due fornelli di ferro coperti da una specie di cupola, affinchè le irradiazioni luminose non giungessero sulla carta sensibile. La tavoletta su cui stava distesa la carta *bromurata* era distante circa tre decimetri dai fornelli. Il calorico emesso all'intorno era riverberato da due specchi metallici dell'apertura di centimetri 43, che servono comunemente nella scuola per le sperienze intorno al calorico irradiante. Nell'intervallo di mezz'ora la tinta, ch'era comparsa sugli spazj della carta sensibile in virtù della luce solare, aumentò in intensità; nelle altre parti che non erano state sottoposte all'azione di quella luce, non comparve veruna tinta. Si lasciò la carta bromurata per un'altra mezz'ora sotto l'irradiazione calorifica, e la tinta di quegli spazj della carta medesima divenne bensì un poco più bruna, ma non di molto, conservando la bianchezza nel rimanente della sua superficie. Si ripetè più volte questa sperienza con pezzi di carta *bromurata* coperti del cartone intagliato ed esposti per un istante estremamente breve alla luce solare diretta, pel tempo cioè necessario alla carta *bromurata* ad attraversare con grande celerità un fascio luminoso del diametro di circa due centimetri, che si lasciava penetrare dalla finestra di una stanza non molto discosta da quella oscura, in cui s'istituivano le sperienze; e sempre si ottenne un accrescimento di tinta nelle parti che avevano dapprima ricevuto l'azione brevissima dei raggi solari, mentre nelle altre la

carta si conservò bianca. Esposti poscia alcuni di quei pezzi di carta alla luce solare, acquistarono ben presto una tinta più bruna ed uniforme in tutta la loro superficie.

Una palla di ferro del diametro di circa otto centimetri si riscaldò all'incandescenza con carboni ardenti, e si collocò nel fuoco di uno degli specchi su nominati. La carta *bromurata*, coperta del cartone a trafori, si espose per un istante assai breve all'azione dei raggi solari riflessi da un muro distante ben otto metri. Esaminata all'oscuro col debole lume del cerino, tenuto al di dietro del dorso dell'osservatore, non manifestò alcun indizio di colorazione negli spazj lasciati scoperti ed esposti per quel tempo estremamente corto alla luce solare riflessa. La carta *bromurata* distesa sul telajo si dispose alla distanza di 3 in 4 decimetri dallo specchio, nel cui fuoco si trovava la palla incandescente; si visitò dopo un'ora, e si rinvenne che essa aveva acquistato un colore bruno carico nelle parti che ricevettero l'impressione della luce riflessa; mentre nel rimanente conservò la sua bianchezza. In quell'intervallo di tempo la palla si era raffreddata in modo che impunemente si poteva toccare colla mano.

Questa sperienza si è ripetuta anche colla palla collocata nel fuoco dello specchio, attendendo che nell'oscurità non si scorgesse più su di essa veruna incandescenza, nè veruna traccia di luce. La carta *bromurata* si espose dapprima in alcune sue parti alla luce solare semplicemente diffusa per un tempo estremamente breve, senza che vi comparisse indizio veruno di colorazione: dopo quasi un'ora che si lasciò sottoposta all'irradiazione calorifica oscura, si potè scorgere sensibilmente una colorazione nelle parti che avevano previamente ricevuta l'azione dei raggi luminosi.

In tutte queste sperienze io era coadjuvato o dal mio assistente meccanico o da altre persone, per

giudicare nella prima serie di esse, dell' aumento della tinta, e nelle altre della comparsa più o meno intensa della tinta stessa.

Siccome si poteva sospettare che la colorazione fosse prodotta o continuata non dall'azione del calorico, ma bensì da sè medesima, una volta che fosse stata promossa dalla luce; così per togliere questo dubbio, in alcune delle su descritte sperienze si tagliò in due pezzi la carta *bromurata*, che in alcune parti aveva ricevuto l'impressione dei raggi solari: uno di questi pezzi si sottopose all'azione del calorico e l'altro si conservò nell' oscurità. In questo non comparve mai alcun cambiamento di colorazione alla sua superficie, mentre ciò accadeva nell'altro posto sotto l'azione del calorico.

Ho voluto provare se la proprietà di continuare l'azione della luce appartenesse soltanto al calorico irradiante, oppure fosse comune anche a quello *condotto* o *repente*. A tal fine riempii d'acqua bollente un metraccio di vetro, ed applicai sul medesimo, ben asciugato e pulito, un pezzo di carta *bromurata*, che aveva provato l'azione della luce diffusa per un istante nelle parti lasciate a nudo del cartone intagliato. Dopo 15, ed in alcune sperienze anche dopo otto minuti, si è osservato su quelle parti la comparsa d'una tinta lieve sì, ma abbastanza pronunciata da scorgersi da tutti coloro che assistevano alle esperienze.

Dai fatti esposti parmi che si possa dedurre che il calorico tanto luminoso che oscuro, tanto irradiante che condotto, agisce sul bromuro d'argento in un modo analogo a quello dei raggi luminosi meno rifrangibili; che da sè non può esercitare veruna azione chimica su tale sostanza, ma una volta che quell'azione abbia avuto incominciamento dalla luce, per un tempo ben anche brevissimo e in un modo da non potersi scorgere all'occhio, essa viene continuata dal calorico.

Per meglio comprendere l'analogia di quest'azione

del calorico con quella di alcuni raggi luminosi, bisogna conoscere quale sia la parte dello spettro in cui l'azione calorifica sia massima. Dopo la bella scoperta di Franenhofer sulle striscie osservate nello spettro solare, è stato con maggior precisione determinato il sito della maggiore facoltà illuminante dei raggi che si presentano nel medesimo. Si è trovato appunto che il luogo della maggiore chiarezza risiede nella linea di separazione del giallo coll'aranciato. Nello spettro esaminato da Franenhofer il raggio di maggiore facoltà illuminante è più vicino al rosso che al violaceo nel rapporto di 1:3,5, ed il raggio di media chiarezza si trova nello spazio azzurro. I fisici avevano per l'addietro sempre supposto che il potere calorifico degli spettri luminosi fosse proporzionale alla loro chiarezza, o alla quantità di luce. Landriani, Rochon e Senebier avevano trovato che il raggio giallo era più d'ogni altro dotato di forza calorifica. Tuttavolta Herschel provò, con una serie d'esperienze, che la forza calorifica aumenta grandemente dall'estremità violacea alla rossa dello spettro solare. Egli rinvenne altresì che il termometro continuava a salire portato al di là dell'estremità rossa dello spettro, ove non si poteva scorgere neppure un solo raggio di luce. Questi risultamenti furono confermati da Englefield e in parte da Berard, avendo questi trovato che il massimo di calore si manifestava all'estremità dei raggi rossi quando essi coprivano interamente il termometro e non al di là del rosso. Onofrio Davy attribuì i risultati di Berard a questo, ch'egli si era servito di termometri troppo grandi: ma sembra invece che possono dipendere dalla materia di cui si compone il prisma. Perciocchè appunto Seebeck ha trovato che la posizione del massimo calore nello spettro varia secondo la natura del prisma rifrangente. Infatti, secondo questo fisico, il massimo di calore nello spettro prodotto dall'acqua s'incontra nel raggio giallo, del *crown* nel mezzo del rosso e del *flint* al di là del rosso.

Comunque però sia la cosa si riscontra qui una certa analogia coi fenomeni descritti; vale a dire che i raggi meno rifrangibili sono in generale *continuatori* e non *eccitatori*, e dotati d'un potere calorifico maggiore di quelli più rifrangibili, che hanno la proprietà di eccitare l'azione chimica. Per cui il calorico irradiante od oscuro non è atto a risvegliare da sè l'azione chimica, ma soltanto di continuarla, come succede dei raggi rossi luminosi dello spettro dotati di maggior potere calorifico.

Noi siamo troppo all'oscuro sulla natura della luce e del calorico per ispiegare i fatti che si riferiscono all'azione chimica dei due agenti; nello stato attuale della scienza basta moltiplicare i fatti che mostrano l'analogia fra i due principj, e rintracciare le circostanze per cui altri appariscono discordanti, affine di non gettarsi in ipotesi che per nulla fanno avanzare la scienza.

Questa Memoria venne letta dall'autore nel giorno 20 settembre, alla *Sezione di fisica* ec., della terza *Riunione degli Scienziati Italiani*, tenuta quest'anno in Firenze.

Milano, 1841. Tipografia de' Classici Italiani.